

明 細 書

PWMサイクロコンバータ

技術分野

- [0001] 本発明は、PWMサイクロコンバータの入力部に接続されたPWMコンバータを用いることで、任意の電流波形を実現し、入力電流歪みの抑制を図るPWMサイクロコンバータに関するものである。

背景技術

- [0002] 従来のPWMサイクロコンバータのシステムを図6に示す。図において1は三相交流電源、2は三相交流リアクトル、3は三相交流キャパシタ、4は双方向スイッチ群、5は負荷となるモータ、6は三相交流リアクトル、7は交流を直流に変換するPWMコンバータ、14は直流電圧手段である平滑キャパシタ、9は三相交流電源の検出電流信号、10は三相交流電源の電流を検出する電流検出手段である電流検出用CT、11は電流検出手段である電流検出用CT、12は電流検出用CTの検出電流信号、15は双方向スイッチ群4の各々の双方向スイッチに設けたスナバ回路である。

従来例図6は、本発明と同じく小型のPWMコンバータにより入力フィルタの共振電圧を抑制するものである。しかし、電圧を抑えるためにフィルタの後段(二次側)にPWMコンバータ出力を接続しているために、共振成分の補正分以上の電流を流すと、逆にコンデンサ電圧の変動が大きくなり、補正量が限定されるというデメリットをもっていた。よって、スナバのエネルギーを回生するような図3のような方式では、特に効果が限定される。PWMサイクロコンバータは、三相交流電源電圧を直接可変周波数の可変電圧(任意の電圧・周波数)に変換するAC-AC直接電力変換装置である。PWMサイクロコンバータはその原理上、電力用半導体素子の入力部はパルス状の電流が流れる。そのパルス電流を電源系統に返さないために、一般にACリアクトルとACキャパシタを用いローパスフィルタを設ける。しかしながら、フィルタに電流が流れるとリアクトルとキャパシタが共振現象を起こしてしまい入力部に共振電流が流れる。この共振電流のために入力電流の歪み率が悪化してしまう。また、PWMサイクロコンバータが動作していない時にもコンデンサに進み電流が流れるため、共振電

流も発生してしまう。

この共振電流を抑制する方法の従来例として、スナバ部の直流電圧源に接続された小型のPWMコンバータにより、入力電流補正を行う方式があげられる。

特許文献1:特開2003-244960号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0003] しかしながら、前述の方式では入力フィルタの共振電圧を抑制するために、フィルタの後段(スイッチング素子直近)にPWMコンバータを配置するとしている。この場合スナバエネルギーが大きくなり、大きな電力を回生しなくてはならない場合に、フィルタコンデンサの電圧変動が逆に大きくなり、出力電圧に悪影響を及ぼす恐れがある。

そこで、本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、入力電流波形改善と、スナバのエネルギーの電源回生を容易に行えるPWMサイクロコンバータ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0004] 本発明は、PWMサイクロコンバータにおいて、直流電圧系統に接続されたPWMコンバータ装置を有し、PWMコンバータ装置の出力部を前記PWMサイクロコンバータの入力フィルタの前段(1次側)に接続し、スナバエネルギーの回生と、コンバータ電流により入力電流の改善を図るものである。

上記課題を解決するため、交流電源の各相と出力側の各々の相を自己消弧能力をもつ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に応じて交流電源電圧をPWM制御し、可変周波数の可変電圧を出力するPWMサイクロコンバータにおいて、

前記PWMサイクロコンバータの入力電流を1つ以上検出する入力電流検出手段と、
直流電圧手段に接続されたPWMコンバータ装置を有し、前記PWMコンバータ装置の出力部を前記PWMサイクロコンバータの入力フィルタ前段に接続し、前記入力電流検出手段により検出された入力電流信号をもとに、入力フィルタの共振抑制を図るものである。

また、前記PWMサイクロコンバータの電力用半導体素子の入力端子に接続された

ダイオード整流器および平滑キャパシタを備えた1つ以上の電圧クランプ装置と、前記平滑キャパシタの両端電圧を検出する電圧検出装置とを備え、前記電圧クランプ用キャパシタを、前記直流電圧手段の代わりとして用いるものである。

また、前記PWMサイクロコンバータの電力用半導体素子の入出力端子に接続されたダイオードおよびキャパシタにより構成されるスナバ装置と、前記スナバ装置に接続された前記平滑キャパシタの両端電圧を検出するスナバ電圧検出装置とを備え、前記スナバ用キャパシタを、前記直流電圧手段の代わりとして用いるものである。

発明の効果

- [0005] 本発明を用いることで、PWMサイクロコンバータにおける入力電流波形改善と、スナバのエネルギーの電源回生を容易に行うことが可能となる。

本来、PWMサイクロコンバータはその原理上、入力電流波形を制御することが可能である。しかし、出力部とは双方向半導体スイッチで直接接続されているため、同時に出力電流も制御しなくてはならない。そのため入力電流制御性能に制約が発生してしまう。本発明ではこうしたPWMサイクロコンバータの制御性能を高めるための補助装置に関するものであり、一般的かつ小型のPWMコンバータを流用することで容易に入力電流制御を実現させるものである。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]本発明を実施するための、PWMサイクロコンバータと直流電圧源を用いたPWMコンバータを用いたシステム構成を示す。
- [図2]本発明を実施するための、PWMサイクロコンバータとダイオード整流回路を用いたPWMコンバータによるシステム構成を示す。
- [図3]本発明を実施するための、PWMサイクロコンバータとスナバ回路より作成された直流電圧源を用いたPWMコンバータによるシステム構成を示す。
- [図4]本発明を実施するための、スナバ回路構成図の一例を示す。
- [図5]本発明を実施するための、スナバ回路構成図の一例を示す。
- [図6]従来のPWMサイクロコンバータのシステム構成とフィルタ共振抑制方法の一例を示す。

符号の説明

- [0007] 1 三相交流電源
2 三相交流リアクトル
3 三相交流キャパシタ
4 双方向スイッチ群
5 モータ
6 三相交流リアクトル
7 PWMコンバータ
8 直流電圧源
9 入力電流信号
10 電流検出用CT
11 電流検出用CT
12 補正電流信号
13 ダイオード整流器
14 平滑キャパシタ
15 スナバ回路
16 スナバ用ダイオード群
17 スナバ用ダイオード群

発明を実施するための最良の形態

- [0008] 以下、本発明を具体的実施例に基づいて説明する。

実施例

- [0009] 図1は本発明を実施するための、PWMサイクロコンバータと直流電圧源を用いたPWMコンバータを用いたシステム構成を示す。図2は本発明を実施するための、PWMサイクロコンバータとダイオード整流回路を用いたPWMコンバータによるシステム構成を示す。

図3は本発明を実施するための、PWMサイクロコンバータとスナバ回路より作成された直流電圧源を用いたPWMコンバータによるシステム構成を示す。図4は本発明を実施するための、スナバ回路構成図の一例を示す。図5は本発明を実施するための、スナバ回路構成図の一例を示す。図6は従来のPWMサイクロコンバータのシステ

ム構成とフィルタ共振抑制方法の一例を示す。

図1のPWMコンバータを用いたシステム構成図において、従来例である図6と同一の名称には極力同一符号を付け重複する説明を省略する。8は直流電圧手段である直流電圧源である。図1が従来例の図6と相違する部分は電流検出CT11を設けた位置が異なる点にある。即ち図6において電流検出CT11は、三相交流リアクトル2と三相交流キャパシタ3との連結点とPWMコンバータ7とを接続する接続線上に設けている。これに対し本発明の図1では三相交流リアクトル2を介することなく三相交流電源1とPWMコンバータ7とを接続する接続線上に電流検出CT11を設けている。

次に本発明の動作を説明する。まず、図1についてPWMサイクロコンバータは三相交流電源1とモータ5の入力電流である三相出力との間に計9個の双方向半導体スイッチ群4を用いて直接接続し、交流電源電圧を直流に変換することなく、任意の周波数・電圧を出力することができる。しかし、双方向半導体スイッチ群4の入力段にはパルス状の電流が流れる。そのために三相交流リアクトル2と三相交流キャパシタ3を用いて入力フィルタを構成している。本発明は、交流電源1とは別途に直流電源8を設け、これに小型のPWMコンバータ7を設け、PWMサイクロコンバータの入力フィルタ前段部に電流を供給してやることで、先に述べた入力フィルタによる共振電流を抑制できる。電流抑制手段として、電流検出用CT10を用いて検出された入力電流信号9をPWMコンバータ7の制御部に入力し、PWMサイクロコンバータの実現したい任意の電流波形と比較し、その補正分の電流を供給してやることで理想の入力電流波形を実現する。また、補正電流信号12を検出してやることで、その制御性能を向上させることができる。補正方法の例として入力電流の高調波成分中、制御対象が共振電流のみである場合、入力電流信号9を理想正弦波と比較し、PWMコンバータ7より補正電流を流してやれば共振電流の抑制が実現できる。この場合、共振電流はフィルタの設計に依存するが、その電流値は入力電流全体と比較して十分に小さい。そのためPWMコンバータ7の電流容量も小さくてよいことになり、コスト的にも負担が少ない。

図2は図1中の直流電源8の変わりに、ダイオード整流器13を用いて三相全波整流し、平滑キャパシタ14を用いて平滑した直流電源を用いてPWMコンバータ7を駆動

するものである。これにより、直流電源8を省略することができ、コスト的にもメリットがある。

図3は図1の直流電源8、図2のダイオード整流器13の代わりに直流クランプ型のスナバ回路14を用いるものである。PWMサイクロコンバータにおける双方向半導体スイッチの保護装置として直流クランプ型のスナバ回路を用いる場合がある。図3中スナバ回路14の回路構成を示したものが図4、5であり、それぞれスナバ用ダイオード群15やスナバ用ダイオード群16のような構成が考えられる。このスナバ回路14を本発明のPWMコンバータ7の直流電源電圧として用いることにより、スイッチング時に発生したサージによるエネルギーを浪費することなく補正電流として用いることができ、システム全体においてより高効率化が実現できる。

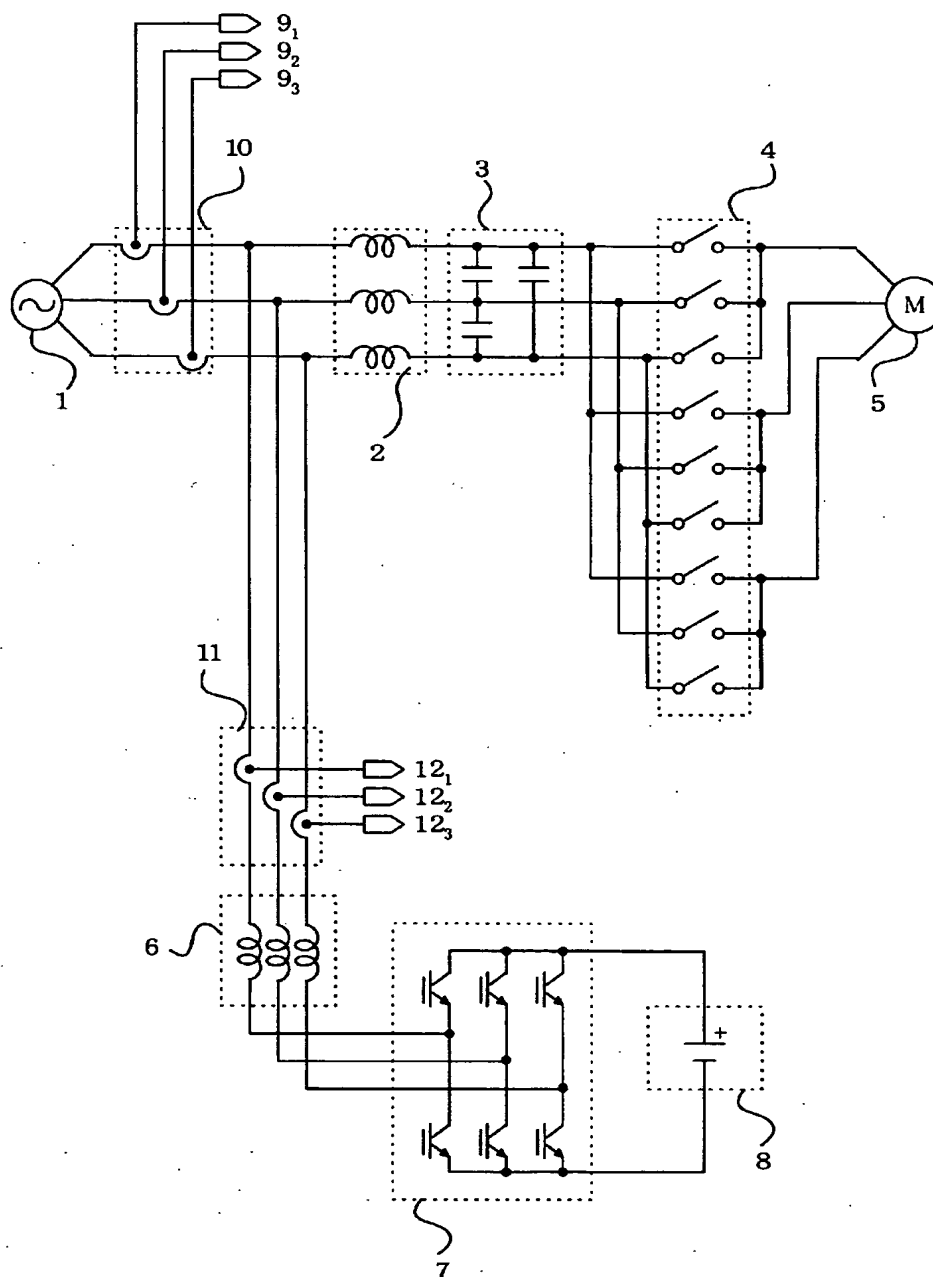
産業上の利用可能性

- [0010] 本発明は、入力電流波形改善と、スナバのエネルギーの電源回生を容易に行えるため、電動機の省エネ駆動ができ、電力を熱として消費せずに電源に回生する用途である電気自動車、エレベータ、クレーン、巻上・巻下機等の電動機の制御装置として特に有用である。

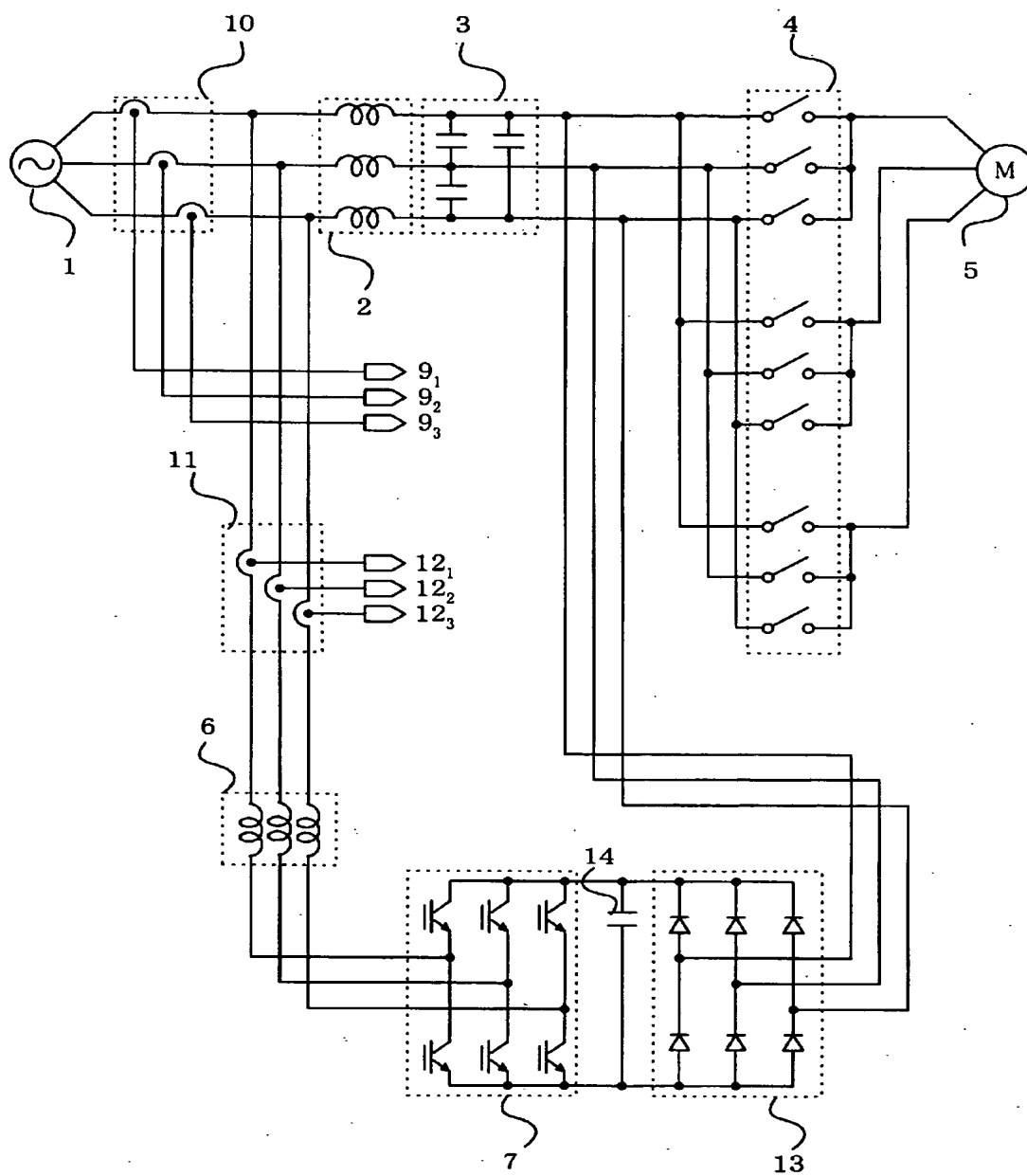
請求の範囲

- [1] 交流電源の各相と出力側の各々の相を自己消弧能力をもつ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に応じて交流電源電圧をPWM制御し、可変周波数の可変電圧を出力するPWMサイクロコンバータにおいて、
- 前記PWMサイクロコンバータの入力電流を1つ以上検出する入力電流検出手段と、直流電圧手段に接続されたPWMコンバータ装置を有し、前記PWMコンバータ装置の出力部を前記PWMサイクロコンバータの入力フィルタ前段に接続し、前記入力電流検出手段により検出された入力電流信号をもとに、入力フィルタの共振抑制を図ることを特徴とするPWMサイクロコンバータ。
- [2] 前記PWMサイクロコンバータの電力用半導体素子の入力端子に接続されたダイオード整流器および平滑キャパシタを備えた1つ以上の電圧クランプ装置と、前記平滑キャパシタの両端電圧を検出する電圧検出装置とを備え、前記電圧クランプ用キャパシタを、前記直流電圧手段の代わりとして用いることを特徴とする請求項1記載のPWMサイクロコンバータ。
- [3] 前記PWMサイクロコンバータの電力用半導体素子の入出力端子に接続されたダイオードおよびキャパシタにより構成されるスナバ装置と、前記スナバ装置に接続された前記平滑キャパシタの両端電圧を検出するスナバ電圧検出装置とを備え、前記スナバ用キャパシタを、前記直流電圧手段の代わりとして用いることを特徴とする請求項1記載のPWMサイクロコンバータ。

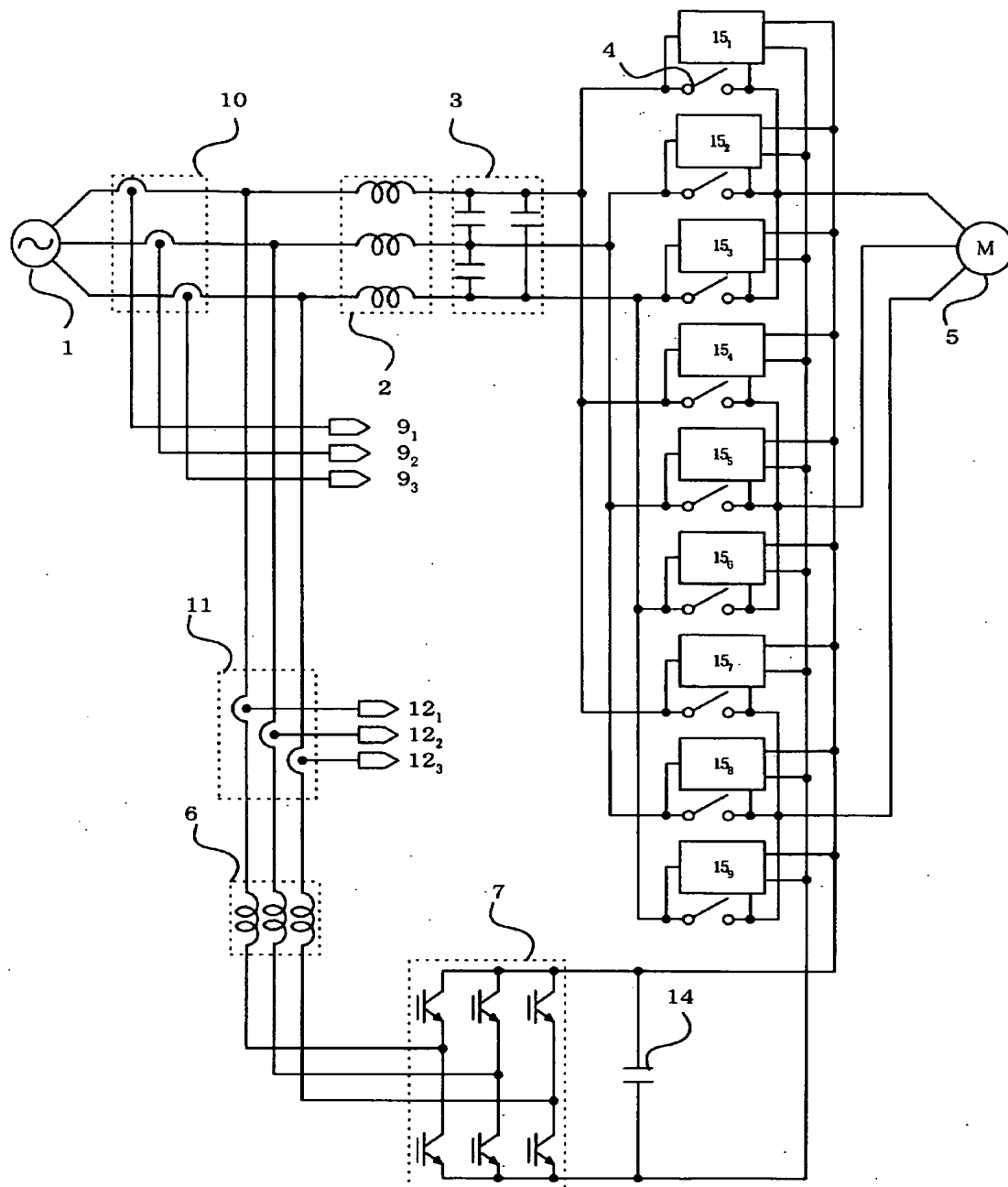
[図1]



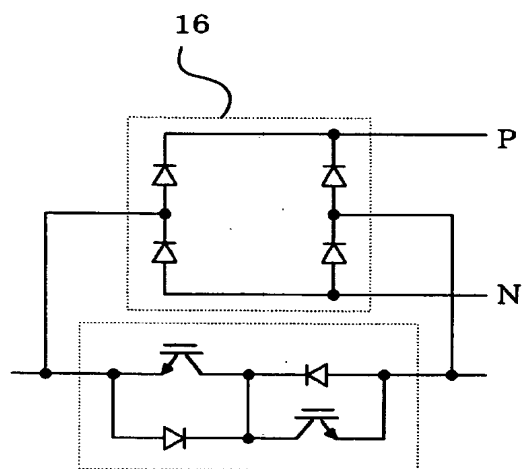
[図2]



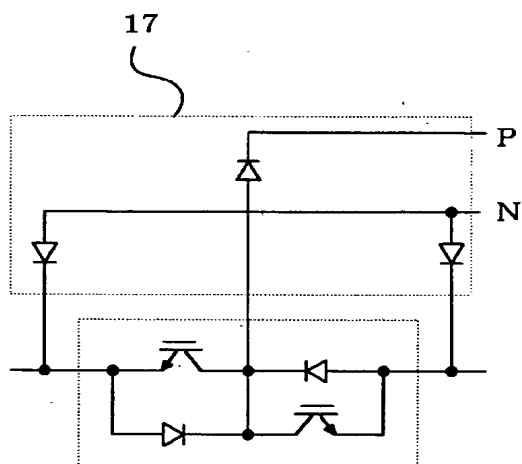
[図3]



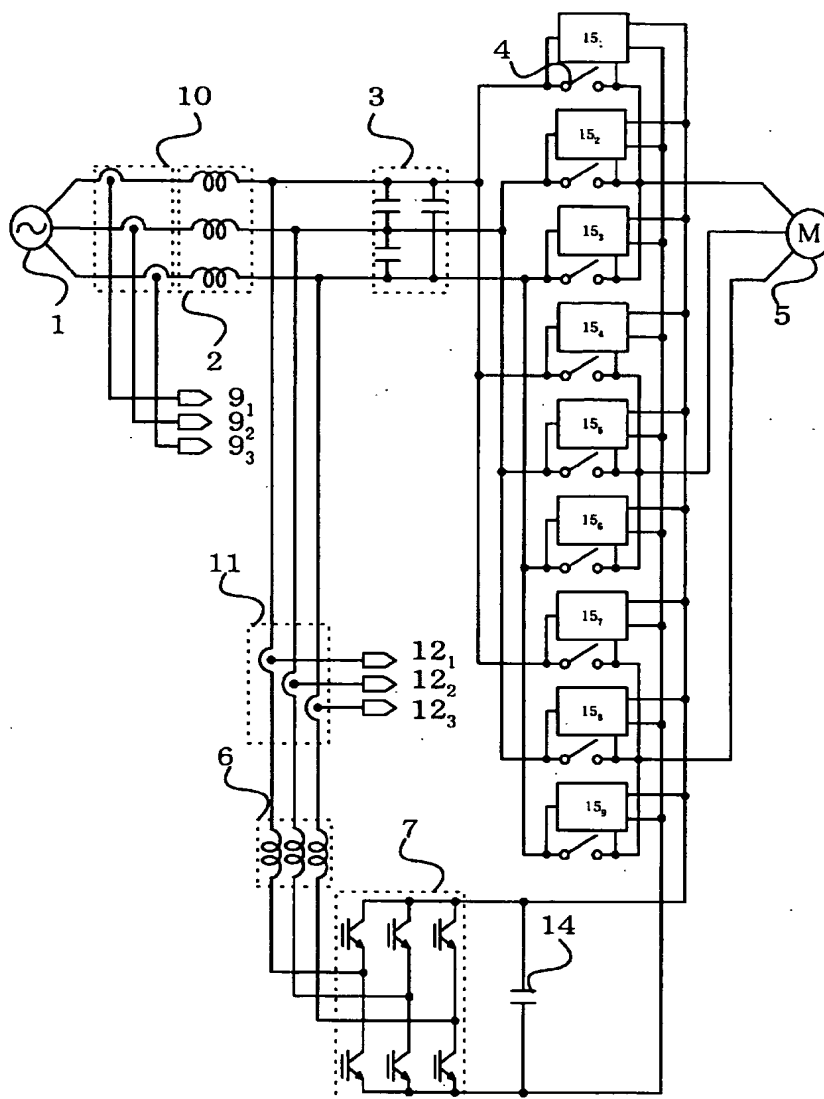
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013301

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02M5/27

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H02M5/00-5/48, H02M1/00-1/30, H02J3/00-5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-244960 A (Yaskawa Electric Corp.), 29 August, 2003 (29.08.03), Par. Nos. [0005] to [0010]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-3
Y	JP 63-114531 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc., Fuji Electric Co., Ltd.), 19 May, 1988 (19.05.88), Page 2, upper right column, line 8 to page 3, upper left column, line 2; drawings (Family: none)	1-3
A	JP 61-69333 A (Toshiba Corp.), 09 April, 1986 (09.04.86), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 December, 2004 (13.12.04)

Date of mailing of the international search report
28 December, 2004 (28.12.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013301

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-33527 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 04 February, 1992 (04.02.92), Full text; Fig. 3 (Family: none)	1-3
A	JP 8-265085 A (Nemic-Lambda Kabushiki Kaisha), 11 October, 1996 (11.10.96), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013301

The inventions of claims 2, 3 include "a voltage detection device for detecting voltage at both ends of the smoothing capacitor". However, what is disclosed within the meaning of PCT Article 5 is only a PWM cyclo converter not having the voltage detection device disclosed in the Description. That is, claims 2, 3 are not supported by the Description within the meaning of PCT Article 6.

Accordingly, the search has been performed for the range supported by and disclosed in the Description, i.e., the PWM cyclo converter not having the voltage detection device.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02M 5/27

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02M 5/00-5/48, H02M 1/00-1/30,
H02J 3/00-5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-244960 A (株式会社安川電機) 29.08.2003, 【0005】-【0010】, 図1-5 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 63-114531 A (東京電力株式会社, 富士電機株式会社) 19.05.1988, 第2頁右上欄第8行-第3頁左上欄第2行, 図面 (ファミリーなし)	1-3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.12.2004

国際調査報告の発送日

28.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

櫻田 正紀

3V

2917

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 61-69333 A (株式会社東芝) 09.04.1986, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 4-33527 A (東洋電機製造株式会社) 04.02.1992, 全文, 図3 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 8-265085 A (ネミック・ラムダ株式会社) 11.10.1996, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-3

請求の範囲 2, 3 は、「平滑キャパシタの両端電圧を検出する電圧検出装置」を備えるものであるが、PCT 第 5 条の意味において開示されているのは、明細書に記載された、前記電圧検出装置を備えない PWM サイクロコンバータのみであり、PCT 第 6 条の意味での裏付けを欠いている。

よって、調査は、明細書に裏付けられ、開示されている範囲、すなわち、明細書に記載されている、電圧検出装置を有しない PWM サイクロコンバータについて行った。